

NOTAS SOBRE LA ASTRONOMIA Y LA ASTROLOGIA DE LLULL

1. Generalidades

Las ideas astronómicas de Ramón Llull han sido objeto de un cierto número de trabajos durante los últimos treinta años. De entre ellos destacaré los artículos publicados por VERNET (1951-52 y 1979), la edición y estudio de la *Nova Geometria*, que contiene numerosos pasajes de interés astronómico, por MILLÁS (1953), el importantísimo estudio de YATES (1954) y otros trabajos debidos a MILLÁS (1962) y PEREIRA (1973 y 1976). Ahora bien, no disponíamos hasta hace muy poco de una edición de ninguna de las dos versiones conservadas (latina y catalana) del *Tractat d'Astronomia* que hoy podemos leer en el texto preparado por Jordi GAYÀ, con la colaboración de Lola BADIA (1981). Lógicamente esta publicación viene a facilitar enormemente la tarea tanto de los interesados por las ideas lulianas como de los estudiosos de la historia de la astronomía y así vemos que tanto Gayà (en GAYÀ-BADIA, 1981, pp. 205-212) como, muy recientemente, BONNER (1983) han hecho aportaciones al tema del lugar que ocupa el *Tractat* dentro del conjunto de la obra luliana. Ahora bien si cualquier pensador —y eso es particularmente cierto en el caso de Llull— puede ser objeto de múltiples lecturas, quizás no resulta inútil el que, siguiendo las huellas de mis maestros Millás y Vernet, intente hacer algunas consideraciones sobre el *Tractat* (y sobre algún otro texto luliano) desde el punto de vista de un historiador de la astronomía. Pretendo suavizar, en la medida de lo posible, dos afirmaciones muy provocativas de Jordi Gayà, refiriéndose al *Tractat*: “amb prou feines trobarem una observació que ens posi en contacte amb els extensos coneixements sobre la matèria que es tenien a l'època” y “L'historiador de la ciència, en qualsevol cas, no trobarà en els textos lul·lians massa materials per a l'especulació”.

2. La importancia de la "devictio" para el análisis de un horóscopo

En el siglo XIII hispano predominaba, sin duda, la astrología árabe que puede considerarse un desarrollo de la astrología helenística pero que tiene, asimismo, un indudable carácter sincrético: desarrolla, por ejemplo, el sistema de las doce casas, mientras Ptolomeo sólo consideraba importantes las cuatro cúspides o casas cardinales; adopta las dos doctrinas helenísticas rivales de los domicilios y las exaltaciones planetarias; finalmente desarrolla el número de puntos sensibles en la esfera celeste: mientras Ptolomeo sólo consideraba la posición de los siete planetas y la *pars Fortunae*, el gran astrónomo oriental al-Birúní (WRIGHT, 1934) menciona noventa y siete partes o puntos que el astrólogo puede tomar en consideración de acuerdo con la opinión de Albusmasar. Consecuencia de ello es que, en el siglo XIII, por una parte se ha resuelto el problema técnico-matemático del levantamiento de un horóscopo: determinar el ascendente y dividir las casas son tareas que se realizan, fácilmente, utilizando el computador analógico más usual en la Edad Media, el astrolabio; además, desde el siglo XI se dispone de almanaques perpetuos y ecuatorios que permiten determinar fácilmente las posiciones planetarias sin necesidad de recurrir a los engorrosos cálculos que exigía el uso de unas tablas astronómicas. Dados los medios de que se disponía, dos astrólogos que levantaran el mismo horóscopo de manera independiente pero utilizando los mismos medios, obtendrían exactamente los mismos resultados matemáticos.

Ahora bien, un horóscopo no es más que una representación simbólica de la posición de los planetas en el horizonte de un lugar en un momento dado y levantarlo, en el siglo XIII, no es más que el resultado de una labor mecánica relativamente sencilla que no exige una excesiva preparación astronómica. Interpretarlo, en cambio, con el fin de sacar las conclusiones pertinentes que afecten a la vida de un individuo o de una comunidad, encierra una evidente dificultad dada la multitud de variables a tener en cuenta y a valorar. Salvando las diferencias, me atrevería a comparar el levantar un horóscopo con el hacer una radiografía para lo cual no es imprescindible la presencia de un radiólogo experimentado. El radiólogo, como el astrólogo, intervienen fundamentalmente a la hora de interpretar la radiografía, o el horóscopo, y de emitir un dictamen para el cual habrán debido tomar en consideración todas las variables posibles valorando unas por encima o por debajo de otras.

La astrología greco-árabe está representada, en la España del siglo XIII, por el *Libro conplido en los iudizios de las estrellas* de Aly Aben Ragel, traducido al castellano por orden de Alfonso X (HILTY, 1954). Ahora bien, en la corte del rey Alfonso sucede algo curioso: un monarca cuyo círculo de colaboradores conoce perfectamente la mayor parte de las obras astrológicas árabes de alto nivel técnico que habían alcanzado el Occidente Musulmán, ordena asimismo traducir una obra astrológica mucho más elemental y primitiva. Me refiero al *Libro de las Cruces* (ed. KASTEN-KIDDLE, 1961), traducción caste-

llana de un original árabe elaborado en el siglo XI sobre la base de un poema astrológico, también árabe que remontaría al año 800, aproximadamente, el cual, a su vez, sería posiblemente la traducción de un texto astrológico bajolatino en uso en la España Visigoda y el Norte de Africa antes del 711 (VERNET, 1971; SAMSÓ, 1979 y 1980; POCH, 1980; MUÑOZ, 1981). Sólo puedo encontrar una explicación a esta incoherencia aparente: el *Libro de las Cruces* simplifica extraordinariamente la tarea de levantar y, sobre todo, de interpretar un horóscopo. Se basa, fundamentalmente, en el análisis de las posiciones que ocupan los dos máximos planetas (Júpiter y Saturno) en las cuatro triplicidades (de aire, agua, tierra y fuego). Estas posiciones se computaban, posiblemente, en función de los movimientos medios planetarios (no de sus movimientos verdaderos) y no se exigía una aproximación mayor de un signo zodiacal (lo que implica tolerar un error que podía alcanzar hasta treinta grados). Con estos presupuestos, el *Libro de las Cruces* desarrolla, posiblemente de manera mecánica, una combinatoria en la que aparecen todos los casos posibles con su interpretación correspondiente. Nos encontramos, pues, frente al “*vademecum* del perfecto astrólogo” o bien al “Aprenda Vd. Astrología en quince días”.

Creo que el *Tractat d'Astronomia* responde al mismo planteamiento del *Libro de las Cruces*, traducción terminada el 26 de Febrero de 1259 (KASTENKIDDLE, 1961, p. 168), treinta y ocho años antes de que Llull terminara su obra en París, en Octubre de 1297 (la versión catalana da 1294 de la era de la Encarnación: cf. GAYÀ-BADIA, 1981, p. 320). No pretendo, en modo alguno, sugerir una influencia alfonsí, ya que ambas obras son técnicamente muy distintas, sino apuntar a soluciones similares del mismo problema en dos obras que no se encuentran, cronológicamente, muy alejadas la una de la otra.

El sistema astrológico expuesto por Llull en el *Tractat* resulta extraordinariamente simple. El autor no parece considerar para nada ni el ascendente ni la posición de las casas: de hecho las casas se identifican, para Llull, con los signos zodiacales, algo que, en cierto modo, sucede también en el *Libro de las Cruces*. Consideremos un solo pasaje del texto catalán:

“Lo cel, on són les stellas fixes, àn los astronomians departit en .XII. parts, e cascuna part apèllan cassa. E aquella cassa apèllan signe, so às, sayal de aquella part del cel. E lo signe és asayalat per les stales qui stan en aquèlla casse”. (GAYÀ-BADIA, 1981, p. 218).

Su sistema se basa, en cambio, en la correspondencia tradicional entre los signos zodiacales y las cuatro triplicidades, a las que atribuye una de las cuatro letras A, B, C, D:

- B - Fuego: Aries, Leo, Sagitario
- C - Tierra: Tauro, Virgo, Capricornio
- A - Aire: Geminis, Libra, Acuario
- D - Agua: Cáncer, Scorpio, Piscis

Conviene señalar que este sistema de correspondencias se establece en la descripción de las características de los signos zodiacales que aparece al principio del *Tractat* (GAYÀ-BADIA, 1981, pp. 218-223) y que en ella hay un error manifiesto: C (Tierra) sólo tiene dos signos, que son Tauro y Virgo, mientras que D (Agua) tiene cuatro (Cáncer, Scorpio, Capricornio y Piscis). En la figura giratoria que acompaña al *Tractat* en el manuscrito Add. 16434 del British Museum, a Capricornio se le atribuye correctamente la naturaleza C y no D.

Un segundo sistema de correspondencias, también tradicional, es el que establece las naturalezas de los planetas. Puede verse fácilmente que el esquema luliano deriva de Ptolomeo (cf. BOUCHÉ-LECLERCQ, pp. 202-206) con ciertas supresiones debidas a la necesidad de atribuir a cada planeta una sólo naturaleza:

- B - Fuego: Marte y Sol (falta Júpiter)
- C - Tierra: Saturno (falta Venus y Luna)
- A - Aire: Júpiter y Mercurio (falta Saturno)
- D - Agua: Luna y Venus (falta Marte)

He establecido la tabla anterior siguiendo, fundamentalmente, la figura giratoria que acompaña el manuscrito catalán y la observación de Llull de que Mercurio es de naturaleza de aire (GAYÀ-BADIA, 1981, p. 230). No obstante, el mismo texto de Llull establece también el carácter ambiguo de la naturaleza de Mercurio, razón por la cual YATES (1954, p. 119), en su reconstrucción de la mencionada figura giratoria le atribuye cuatro posibles naturalezas: ABCD.

Directamente relacionado con lo anterior es el sistema de los domicilios planetarios, signos zodiacales en los que cada planeta alcanza su máxima influencia. El texto de Llull repite dos veces la lista de domicilios, al tratar de los signos zodiacales y al estudiar los planetas (GAYÀ-BADIA, 1981, pp. 218-233). Doy, a continuación, la lista de domicilios siguiendo el mismo orden de las cuatro triplicidades, para que puedan apreciarse claramente las coincidencias con el sistema de naturalezas de los planetas que acabo de exponer:

- B - Aries (Marte), Leo (Sol), Sagitario (Júpiter)
- C - Tauro (Venus), Virgo (Mercurio), Capricornio (Saturno)
- A - Géminis (Mercurio), Libra (Venus), Acuario (Saturno)
- D - Cáncer (Luna), Scorpio (Marte), Piscis (Júpiter)

Conviene indicar, en relación con la lista de domicilios que el *Tractat* editado afirma, erróneamente, que Scorpio es el domicilio de Saturno (GAYÀ-BADIA, 1981, p. 222) al tratar de los signos zodiacales. Este error se corrige cuando el texto nos habla de Marte y nos dice que “às sanyor d’Àrias e d’Ascorpió” (GAYÀ-BADIA, 1981, p. 226). Asimismo, al tratar sobre Saturno, se menciona, correctamente, que sus domicilios son Capricornio y Acuario (GAYÀ-BADIA, 1981, p. 223).

Establecidas las bases anteriores sólo me queda mencionar, de pasada, la distinción entre cualidades *propias* y *apropiadas* y el principio de la *devictio* (*vensiment*), para obtener un sistema absolutamente preciso que nos permite analizar un horóscopo. Creo innecesario explicar aquí en qué consisten las cualidades propias y apropiadas de los cuatro elementos así como la *devictio*, por tratarse de ideas sobradamente conocidas por los estudiosos de Llull que aparecen en gran número de obras del maestro mallorquín. Sólo quisiera señalar que, si bien YATES (1954, pp. 122-123 n. 5 y p. 163) establece claramente el origen aristotélico de la noción de cualidades propias y apropiadas y el hecho de que en la obra de S. Buenaventura se encuentra el germen de la *devictio* luliana, no conozco ningún antecedente del uso de concepciones similares en el análisis de un horóscopo. Se justifica, pues, el que Llull se considere original frente a los antiguos astrónomos que no aplicaban el método ABCD basado en las reglas de la *devictio* (YATES, 1954, p. 127).

Veamos, ahora, un ejemplo simple de horóscopo interpretado por Llull (GAYÀ-BADIA, 1981, p. 279, lín. 2083-2091). Se produce una conjunción de Júpiter, Marte, Sol y Venus en Aries. Tanto el signo Aries como Marte y el Sol son de naturaleza de fuego (B), mientras Júpiter es de naturaleza de aire (A) y Venus es de naturaleza de agua (D). Las naturalezas B son cálidas (cualidad propia) y secas (cualidad apropiada), mientras que las A son húmedas (c. propia) y cálidas y las D son frías (c. propia) y húmedas. Tenemos, pues:

- 4 cualidades cálidas
- 3 cualidades secas
- 2 cualidades húmedas
- 1 cualidad fría

Vistos de este modo los datos del problema, Llull debe plantearse qué influencia predominará en el horóscopo: la de Júpiter y Venus, que son planetas benéficos o la de Marte que es maléfico, dado el carácter ambiguo de la influencia del sol (cf. GAYÀ-BADIA, 1981, pp. 223-233). A primera vista, el horóscopo parece claramente favorable a Marte dado el predominio de las naturalezas B. No obstante hay que tener en cuenta una cierta influencia de Júpiter que se ve favorecido por la presencia de cuatro cualidades cálidas, que es la cualidad apropiada del planeta, mientras que la humedad es su cualidad propia y se ve contrarrestada por la presencia de tres cualidades secas. La influencia de Venus es mucho menor ya que sólo se ve favorecida por la presencia de dos humedades (su cualidad apropiada), y en cambio el planeta se ve infortunado por cuatro calores (el frío es su cualidad propia). En conjunto, pues, se justifica el veredicto final de Llull según el cual “Ila costil.lació às més malle que bone”.

Puede, pues, observarse fácilmente que Llull intenta establecer unas reglas muy simples que permitan reducir el análisis de un horóscopo a algo puramente mecánico. Esto se puede facilitar aún más con el uso del móvil que apa-

rece en el manuscrito del British Museum y que ha sido reproducido y transcrito por GAYÀ-BADIA (1981, lám. entre las pp. 296-297). Debe señalarse, no obstante, que la mencionada figura no corresponde a la descripción que de ella hace Llull (GAYÀ-BADIA, 1981, p. 274) y hay que remitirse a la correctísima reconstrucción de YATES (1954, p. 119). La figura consta de ocho círculos concéntricos en el mayor de los cuales aparecen los doce signos zodiacales con indicación de su naturaleza (ABCD). Los siete círculos internos son móviles y corresponden a los siete planetas llevando, asimismo, la mención explícita de la naturaleza (ABCD) de cada uno de ellos. Para analizar un horóscopo determinado nos limitaremos a hacer coincidir, girando su círculo, el nombre de un planeta con el del signo zodiacal en el que se encuentra. Obtendremos, así, rápidamente una configuración gráfica del horóscopo y podremos anotar con facilidad la naturaleza y cualidades predominantes. Sospecho que a una figura de esta índole alude Llull en su *Nova Geometria* cuando escribe el capítulo titulado "De figura duodecim signorum" (MILLÁS, 1953, p. 75).

Una última observación de carácter general nos permitirá acabar de valorar el interés de la técnica de análisis de un horóscopo desarrollada por Llull. Es bien sabido el interés que nuestro autor sentía por la medicina astrológica que, en su misma época está siendo cultivada por Arnau de Vilanova. YATES (1954, p. 131) señaló que algunos pasajes del *Tractat* muestran que su autor se proponía aplicar el método a la medicina astrológica con el fin de calcular complejones elementales en el hombre y en las medicinas elaboradas con plantas, en relación a las estrellas. La observación de Yates es absolutamente correcta y el método de Llull ofrece muchas más posibilidades de las que aparecen explícitamente desarrolladas en el *Tractat*: en efecto, las cuatro naturalezas básicas simbolizadas en las letras ABCD son aplicables no sólo a los cuatro elementos de Empédocles, a los signos zodiacales y a los planetas, sino también a los cuatro humores del cuerpo humano (A. Sangre; B. Cólera; C. Melancolía; D. Flema) (cf. PRING-MILL, 1957, pp. 321-322), a un medicamento simple y a un compuesto (cf. DUREAU-LAPEYSSONNIE, 1966, pp. 223-224). Evidentemente, frente a una situación de enfermedad, causada por un desequilibrio humoral, puede calcularse con relativa facilidad la naturaleza y el grado del medicamento a administrar teniendo en cuenta el análisis del horóscopo del paciente: Llull ha concebido un sistema que tiene la obvia ventaja de ser de aplicación universal.

3. Otros tópicos astrológicos

He señalado ya, en el apartado anterior, que la astrología de Llull está llena de tópicos derivados de la astrología tradicional greco-árabe. Insistiré aquí en esta idea señalando, por ejemplo, que el intento, por parte de nuestro autor, de elaborar una astrología que no contradiga ciertos dogmas como el de la omnipotencia divina (GAYÀ-BADIA, 1981, p. 304 lín. 2896-2902) y el del libre

albedrío (GAYÀ-BADIA, 1981, p. 304, lín. 2907-2911; p. 318, lín. 3391-3403; p. 319, lín. 3415-3416 y 3423-3429), no es, desde luego, original y se encuentra en muchos otros pensadores tanto cristianos como musulmanes y judíos (SAM-SÓ, 1980, pp. 86 y ss.). Asimismo, al describir los signos zodiacales alude a la denominada melotesia zodiacal, es decir a la relación existente entre los signos y las distintas partes del cuerpo humano, desde la cabeza hasta los pies, con las consecuencias que ello tiene para la práctica de sangrías (GAYÀ-BADIA, 1981, pp. 218-223; SAMSÓ-CASANOVAS, 1975, p. 29).

Al sugerir, más adelante, los posibles ecos de las ideas de Llull en el *Tratado de Astrología* atribuido a Enrique de Villena, mencionaré ciertos tópicos astrológicos que son comunes al *Tractat* y al texto del pseudo-Villena. Por el momento me limito a señalar que el *Tractat* no sólo se refiere a los *signos* sino también a los *decanos*, esto es a las treinta y seis divisiones de diez grados cada una que se encuentran en la Eclíptica de 360°: no obstante Llull sólo menciona explícitamente los tres decanos del signo Aries (GAYÀ-BADIA, 1981, p. 219). Asimismo indicaré que el *Tractat* alude a los “aspectos” a los que denomina *cospectu* o *asguardament en biax*, expresión esta última que traduce un término árabe ya que, en esta lengua, el verbo *nazara* significa tanto “mirar” como “estar en aspecto con”. Los *asguardaments en biax* o “miradas al bies” debieran ser aspectos distintos de la conjunción o la oposición, o sea el trígono, la cuadratura y el sextil. No obstante, el apartado que trata de estos aspectos (GAYÀ-BADIA, 1981, pp. 299-301) sólo menciona explícitamente la oposición.

De hecho, por más que el método de Llull tiene carácter general y no se indica en el *Tractat* que sea preciso un tratamiento específico de los distintos tipos de aspectos, el autor parece interesarse de manera muy especial por el análisis de las conjunciones planetarias. De esta manera dedica un largo apartado de su obra (GAYÀ-BADIA, 1981, pp. 277-299), al análisis de todas (?) las conjunciones posibles en los cuatro primeros signos zodiacales. En realidad sólo analiza 28 conjunciones para cada signo de acuerdo con el esquema siguiente:

- Aries:*
1. Saturno
 2. Saturno-Júpiter
 3. Saturno-Júpiter-Marte
 4. Saturno-Júpiter-Marte-Sol
 5. Saturno-Júpiter-Marte-Sol-Venus
 6. Saturno-Júpiter-Marte-Sol-Venus-Mercurio
 7. Saturno-Júpiter-Marte-Sol-Venus-Mercurio-Luna

8. Júpiter
9. Júpiter-Marte
10. Júpiter-Marte-Sol
11. Júpiter-Marte-Sol-Venus
12. Júpiter-Marte-Sol-Venus-Mercurio
13. Júpiter-Marte-Sol-Venus-Mercurio-Luna

14. Marte
15. Marte-Sol
16. Marte-Sol-Venus
17. Marte-Sol-Venus-Mercurio
18. Marte-Sol-Venus-Mercurio-Luna

19. Sol
20. Sol-Venus
21. Sol-Venus-Mercurio
22. Sol-Venus-Mercurio-Luna

23. Venus
24. Venus-Mercurio
25. Venus-Mercurio-Luna

26. Mercurio
27. Mercurio-Luna

28. Luna

Este esquema se repite para los tres siguientes signos zodiacales y Llull parece creer que desarrolla todos los casos posibles ya que señala que “Cascú signe ab les planetas à en lo sel .XXVIII. conjuncions e cascade à son judici” (GAYÀ-BADIA, 1981, p. 299, lín. 2733-2734).

La afirmación anterior plantea un problema: se ha dicho repetidamente (cf.p.ej. VERNET, 1979, p. 278; COLOMER, 1979) que Llull era capaz de calcular el número de combinaciones de m elementos tomados de n en n aunque no parece estar claro el método que utilizaba: simple desarrollo mecánico o algún procedimiento de carácter general. El dato tiene un enorme interés ya que sabemos relativamente poco acerca del cálculo de combinaciones en la Edad Media. Por otra parte, obras astrológicas como el *Tractat*, que pretenden facilitar al máximo el análisis de un horóscopo, se ven forzadas a desarrollos mecánicos como el que acabamos de ver y que aparecen también en el *Libro de las Cruces*. Lo curioso es que, en este caso, resulta manifiesto que Llull no ha sido capaz de resolver el problema de calcular el número de conjunciones

posibles de los siete planetas en un signo zodiacal. Dejemos, de momento de lado, el hecho de que no hay conjunción cuando un sólo planeta se encuentra en un signo y recordemos que la regla para calcular el número de combinaciones de m elementos tomados de n en n es:

$$C_n^m = \frac{m(m-1)(m-2) \dots (m-n+1)}{n!}$$

Tendremos, entonces, que para el caso considerado el número de combinaciones posibles sería

	Combinaciones	Llull
Monarias	7	7
Binarias	21	6
Ternarias	35	5
Cuaternarias	35	4
Quinarias	21	3
Senarias	7	2
Septenarias	1	1
TOTAL	120	28

Cabe, por consiguiente, preguntarse si en este caso Llull no ha creído descubrir una ley falsa, de acuerdo con la cual, el número de posibles conjunciones de siete planetas en un signo zodiacal sería de:

$$7 + 6 + 5 + 4 + 3 + 2 + 1 = 28.$$

4. *Astronomía*

Ningún texto astrológico suele estar totalmente ayuno de materiales astronómicos o, de modo más general, de carácter científico, y el *Tractat* no constituye una excepción. De este modo vemos en él la aparición de una nueva referencia a la brújula que enriquece las que ya se han señalado en otros textos lulianos (GAYÀ-BADIA, 1981, p. 250, lín. 1103-1111). Encontramos también referencias a los períodos sidéreos aproximados de los planetas, formulados de modo muy similar a los que aparecen en los tratados de cómputo contemporáneos (cf.p.ej. MARTINEZ GÁZQUEZ-SAMSÓ, 1982, pp. 51-52 y 61). En efecto, podemos extraer los siguientes datos de la descripción que da el *Tractat* de los siete planetas (GAYÀ-BADIA, 1981, pp. 223-233):

	Llull	Valor actual
Saturno	30 años	29 a. 167 d.
Júpiter	12 años	11 a. 314,8 d.
Marte	2 años	1 a. 321,7 d.
Sol	1 año	1 a. 6 h. y 9 m.
Venus	1 año	7 meses 13 d. 4,5 h.
Mercurio	1 año	87 d. 23,25 h.
Luna	27 d. 8 h.	27 d. 7 h. 43 m.

De la relación anterior sólo conviene subrayar el valor muy aceptable del período lunar y el error manifiesto para los períodos sidéreos de Venus y Mercurio. Este último no deja de ser significativo ya que, al igual que sucede en el texto de cómputo al que he aludido antes, revela que la última fuente del autor está constituida por unas tablas de movimiento medio ya que en la Edad Media árabe es bastante común que para regular el movimiento del centro del epíciclo de Venus y Mercurio se utilicen unas tablas de movimiento medio del Sol (cf. VERNET, 1956, p. 517; GOLDSTEIN, 1977).

Otro apartado de interés está constituido por las referencias que nos da el *Tractat* acerca de los tamaños relativos de los planetas. Hasta el siglo XIII se conocían, fundamentalmente, tres intentos de estimar el tamaño del Universo y de los planetas: el realizado por Ptolomeo en sus *Hipótesis planetarias* (HARTNER, 1968; GOLDSTEIN, 1967), que fue difundido en la Edad Media Latina a través de la obra de al-Fargání (DREYER, 1953, p. 258); una segunda estimación, posiblemente de origen indio, recogida en el siglo VIII por Ya^cqúb b. Táriq (PINGREE, 1968); finalmente, la tercera se encuentra en un tratado anónimo conservado en el manuscrito Marsh 621 de la Bodleyana (GOLDSTEIN-SWERDLOW, 1970). Con estos antecedentes, pasemos a analizar brevemente las afirmaciones de Llull:

- El Sol es mayor que la Luna (GAYÀ-BADIA, 1981, p. 260, lín. 1466). Es una idea común a todas las fuentes antes citadas: se tiene conciencia de que los diámetros aparentes del Sol y de la Luna son aproximadamente iguales y siempre se ha considerado que la Luna se encuentra más próxima a la Tierra que el Sol.
- La Luna es mayor que Venus (GAYÀ-BADIA, 1981, p. 260, lín. 1466): todas las fuentes se muestran de acuerdo en lo contrario por más que, en la tradición ptolemaica, la diferencia es relativamente pequeña.
- El Sol es mayor que Venus (GAYÀ-BADIA, 1981, p. 261, lín. 1501): esta afirmación está perfectamente de acuerdo con la tradición ptolemaica y con el ms. Marsh 621. El diámetro aparente del Sol es manifiestamente mayor que el de Venus y, en el sistema ptolemaico, Venus se encuentra más próximo a la Tie-

rra que el Sol. Sólo Ya^cqúb b. Táriq discrepa ya que considera que Venus, Sol, Marte y Saturno son del mismo tamaño.

- El Sol es mayor que Marte (GAYÀ-BADIA, 1981, p. 261, lín. 1505): como en el caso anterior, afirmación concorde con Ptolomeo y con el ms. Marsh 621.
- El Sol es mayor que Saturno (GAYÀ-BADIA, 1981, p. 316, lín. 3309-3321): aquí la afirmación de Llull concuerda con Ptolomeo pero no con las otras dos fuentes. Resulta curioso señalar, aquí, que Llull parece apuntar confusamente al argumento que he utilizado antes al referirme a los diámetros aparentes y las distancias geocéntricas del Sol, la Luna y Venus: “Encara que si Saturnus era major que lo Sol, per so car às pus luy n a la tera, lo Sol no aparia més major que Venus, Mercuri e la Lune”.

En conjunto, pues, afirmaciones que, salvo en un caso, parecen derivar de la tradición ptolemaica.

Un tercer punto a subrayar son las vagas referencias que Ptolomeo hace al astrolabio y a las tablas astronómicas. El primero es el instrumento que, en la iconografía medieval, aparece siempre asociado a la figura del astrólogo, dado que con él se puede, fácilmente, determinar el ascendente y dividir las casas. Las tablas astronómicas suelen utilizarse, por otra parte, para determinar las posiciones planetarias en un momento determinado y, de este modo, poder levantar el horóscopo. Llull es consciente de la utilidad de ambos instrumentos de trabajo pero no se interesa en exceso por el tema con el que entraríamos en una problemática muy concreta, radicalmente distinta de la de índole general que constituye el objeto propio del *Tractat*. De esta manera las referencias al astrolabio y tablas no pasan de ser meras alusiones (cf. GAYÀ-BADIA, 1981, p. 313, lín. 3218-3220, y p. 320 lín. 3459-3461) y no creo en absoluto que, como sugiere M. PEREIRA (1976, pp. 196-199), Llull esté aludiendo al *Almanach* de Guillaume de Saint Cloud, astrónomo que estaba activo en París por estos años. Todo ello no implica el que nuestro autor no tuviera conciencia de las aplicaciones de estos instrumentos: Lola Badía me señala un pasaje de la *Doctrina pueril* (SCHIB, 1972, pp. 170-171) en el que Llull describe confusamente el uso del astrolabio para determinar la altura de una torre, tema que está presente en Eiximenis (MONREAL, 1971, p. 53 n. 75) y que dio motivo a un sonado fracaso de Enrique de Villena ante los muros de Balaguer (MILLÁS, 1960).

El astrolabio es, también, un instrumento que sirve para determinar las horas (GAYÀ-BADIA, 1981, p. 320 lín. 3460: “car ab l’astralabra se proven les ores per ombra”) y este es un tema que parece haber interesado notablemente a Llull ya que, por ejemplo, es el autor de una de las descripciones más antiguas conocidas del nocturlabio o astrolabio nocturno que aparecen en el *Liber Principiorum Medicinae*, (Dist. X, cap. XXXVI, 30 ed. Mainz, 1721,

I, pp. 812-813) y en el *De Nova Geometria* (MILLÁS, 1953, pp. 42 y 78-79). Se trata de unos textos que han sido suficientemente comentados por los historiadores de la navegación (C. VERNET, 1978, pp. 361-362) y sólo quisiera llamar la atención sobre un pequeño detalle. La ilustración del nocturlabio que aparece en el *Liber Principiorum Medicinae* lleva una referencia al número de horas que dura el día en los doce meses del año. Los datos numéricos consignados en la referida ilustración son los siguientes:

Enero	9 h.	
Febrero	10 h.	Diciembre
Marzo	11 h.	Noviembre
Abril	12 h.	Octubre
Mayo	13 h.	Septiembre
junio	14 h.	Agosto
Julio	15 h.	Agosto

El esquema resulta un tanto burdo: una progresión aritmética de razón 1. No obstante, contiene un dato que, posiblemente resulte fiable: me refiero a la duración del día más largo del año. Se trata, evidentemente de las 15 horas que debieran corresponder al solsticio de verano, por más que aquí se hagan coincidir con el mes de Julio. Este dato se encuentra, por otra parte, confirmado, con el que aparece en el *De Nova Geometria* donde, asimismo, la máxima duración del día citada es de 15 horas (MILLÁS, 1953, p. 79). El dato resulta significativo en cuanto nos permite calcular la latitud correspondiente a una duración del día de 15 horas en el solsticio de verano, aplicando la fórmula:

$$-\cos M/2 = \operatorname{tg} \quad \operatorname{tg}$$

(para M = máxima duración del día expresada
en grados
= latitud del lugar
= oblicuidad de la Exlíptica)

Sustituyendo, en la ecuación anterior, M/2 por $15 \text{ h.} \times 15^\circ/2$ y dando a la oblicuidad de la eclíptica y un valor de $23;30^\circ$, podemos fácilmente despejar la latitud, con lo que obtendremos, $41;21^\circ$, valor que podría muy bien corresponder a Barcelona o a alguna localidad situada en la costa catalana al norte de Barcelona. Si tenemos en cuenta que Llull en el *De Nova Geometria* (MILLÁS, 1953, p. 79) parece aludir al uso de este instrumento en el mar ("et homo videat duas stellas que vocantur Duos Fratres per marinarios", "Istud instrumentum... utilis est pro hominibus qui vadunt de nocte, sive per terram sive per mare"), cabe plantearse el que obtuviera su información de un instrumento real del que hubiera podido tener conocimiento en algún lugar de la costa catalana.

La problemática de la determinación de las horas se extiende también al establecimiento de la hora durante el día en función de la altura del sol medida con un cuadrante. Este parece ser el propósito del capítulo de la *Nova Geometia* (MILLÁS, 1953, pp. 76-78) titulado *De quadrante cum quo homo cognoscere potest horas diei*, instrumento que no era precisamente nuevo en época de Llull (cf.p.ej. MILLÁS, 1932). Ahora bien, mientras la descripción del nocturlabio realizada por Llull tiene una cierta coherencia y resulta comprensible, no ocurre lo mismo con la del cuadrante diurno. Llull es consciente de que estos cuadrantes se encuentran divididos en 90° , que con estas divisiones puede medirse la altura del sol sobre el horizonte y que existe una relación entre esta altura y la hora. Por otra parte, sabe también que la sombra proyectada por un gnomon es tanto más larga cuanto más bajo se encuentre el Sol sobre el horizonte y que la sombra mínima se alcanzará a mediodía. No obstante, parece incapaz de describir el trazado de las líneas horarias habituales en los astrolabios y en los cuadrantes de esta índole. Voy a considerar ahora los valores que da Llull para la altura del sol en las distintas horas del día: intento, con ello, interpretar un pasaje luliano bastante confuso.

Símbolo	Hora	Grados	Altura del sol (?)
a.b.	1 ^a	13 ^o	13 ^o
c.d.	2 ^a	12 ^o	$12^\circ + 13^\circ = 25^\circ$
e.f.	3 ^a	11 ^o	$11^\circ + 25^\circ = 36^\circ$
g.h.	4 ^a	10 ^o	$10^\circ + 36^\circ = 46^\circ$
i.k.	5 ^a	9 ^o	$9^\circ + 46^\circ = 55^\circ$
l.m.	6 ^a	8 ^o	$8^\circ + 55^\circ = 63^\circ$
n.o.	7 ^a	7 ^o	$7^\circ + 63^\circ = 70^\circ$
p.q.	8 ^a	6 ^o	$6^\circ + 70^\circ = 76^\circ$
r.s.	9 ^a	5 ^o	$5^\circ + 76^\circ = 81^\circ$
t.v.	10 ^a	4 ^o	$4^\circ + 81^\circ = 85^\circ$
x.y.	11 ^a	3 ^o	$3^\circ + 85^\circ = 88^\circ$
z.t.	12 ^a	2 ^o	$2^\circ + 88^\circ = 90^\circ$

TABLA I

Explicar la *Tabla I* requiere ciertas consideraciones previas: Llull afirma que uno de los círculos trazados sobre el cuadrante se encuentra dividido en veinticuatro partes, cada una de las cuales equivale a media hora ("qualibet parte vocata media hora"). Si aceptamos que las doce horas mencionadas en la tabla son, en realidad, medias horas, el esquema adquiere coherencia. La hora 1^a es la primera media hora después de la salida del sol y la hora 12^a coincidirá con el mediodía, habiendo transcurrido seis horas *desiguales* o *temporales* entre la salida del sol y su paso por el meridiano. Por otra parte la

altura del sol en la primera media hora después del orto y en la última media hora antes del ocaso serán iguales con lo que el esquema de alturas se repetirá, a la inversa, antes y después del mediodía.

La interpretación anterior está perfectamente de acuerdo con algunos pasajes de la descripción de Llull quien habla, por ejemplo de un círculo con veinticuatro líneas: "in alio circulo sunt XXIII linee, ad significandum horas per ipsas sicut a. que significat primam mediam horam diei, et ultimam mediam horam que est in occasu solis". Ahora bien, si seguimos leyendo, el esquema lógico anterior se destruye ya que a la primera hora no le corresponde sólo el símbolo *a*. sino también el *b*. y encontramos en el texto de Llull: "*b*. significat secundam horam mediam matutinalem et penultimam mediam horam diei". Et sic de aliis horis suo modo, quoniam a. est media hora in ascendendo et b. alia media hora in descendendo sunt a.b. de mane una hora que est prima diei et in descendendo sunt alia hora que est ultima hora diei". Tenemos, pues, un esquema un tanto absurdo en nuestras latitudes en el que transcurren doce horas entre el orto del sol y su paso por el meridiano, así como otras doce horas entre el mediodía y el ocaso. Esta interpretación puede, por otra parte, apoyarse en otros pasajes del texto en los que se afirma: "Oportet quod isti gradus dividantur secundum dies artificiales, cum ad diem competant XC secundum regionem Ethiopie, in qua dies artificialis in mense junii habet XXIII horas". Parece, pues, que Llull al hablar de Etiopía está pensando en el Ecuador y que ha confundido el Ecuador con el Polo, ya que, a una latitud de 90°, el día dura efectivamente veinticuatro horas el día del solsticio de verano (referencia al mes de Junio).

Dejemos de lado estas contradicciones. Lo único claro es que, efectivamente, la hora 12ª corresponde al mediodía. Ahora bien, Llull nos da una medida en grados correspondiente a cada una de las doce horas. Estos grados forman una progresión aritmética decreciente de razón 1 (13°, 12°, 11°, 10°...2°). Dos son las interpretaciones posibles de esta serie:

a) No se trata de alturas del sol sino de la sombra proyectada por el sol en cada hora al incidir sus grados en un gnomon de 12 dígitos. El cuadrante estaría provisto de un cuadrado de sombras, muy usual en este tipo de instrumentos, con el que podríamos medir automáticamente el valor de la cotangente de la altura del sol. Si esta interpretación es la correcta, tendríamos entonces que la cotangente de la altura meridiana para el día del solsticio de verano sería de:

$$\frac{2 \text{ dígitos}}{12} = 0.1667$$

A esta cotangente le correspondería una altura meridiana del sol de 80;30° aproximadamente. Ahora bien, dado que el día del solsticio de verano:

$$= 90^\circ + \quad - h_m = 90^\circ + 23;30^\circ - 80;30^\circ = 33^\circ$$

que puede corresponder a una localidad del Norte de Africa.

b) La segunda interpretación posible es que la columna *Grados* corresponda a las diferencias existentes entre las sucesivas alturas del sol. A esta interpretación corresponde la cuarta columna de mi tabla (*Altura del sol?*). En este caso tendríamos una serie que acaba con una altura meridiana de, precisamente, 90° lo que podría explicar la misteriosa alusión de Llull a que “Et sic per huius divisionem intrans omnes XC gradus in XXIII horis diei”. Podemos también calcular la latitud que corresponde a esta altura meridiana del sol en el día del solsticio:

$$= 90^\circ + \quad - h_m = 90^\circ + 23;30' - 90^\circ = 23;30'$$

Con lo que tendríamos una localidad situada sobre uno de los trópicos. Si pensamos en el trópico de Cáncer que pasa por el Sur de Egipto, cerca de Asuán, nos encontramos en una zona muy próxima a Etiopía, por más que esto se encuentra, evidentemente, en contradicción con mi hipótesis anterior según la cual Llull habría confundido el Ecuador con el Polo.

Sea cual fuere la interpretación que se prefiera, parece claro que la obra de Llull contiene uno de los escasos textos hispánicos que estudian y tabulan el problema de la determinación de la hora en función de la altura del sol.

5. Llull y el pseudo-Enrique de Villena

Quisiera terminar estas notas con una referencia a la posible influencia de Llull en el *Tratado de Astrología* atribuido a Enrique de Villena (CÁTEDRA-SAMSÓ, 1983). Señalemos, en primer lugar, que ambas obras adoptan las mismas clasificaciones de los signos zodiacales: signos masculinos y femeninos, diurnos y nocturnos, móviles, fijos y comunes (GAYÁ-BADIA, 1981, pp. 218-223; CÁTEDRA-SAMSÓ, 1983, pp. 49-50). Esta tercera clasificación llama la atención porque no utiliza la terminología tradicional derivada de Ptolomeo (*Tetrabiblos* 1,12). Llull y el pseudo-Villena denominan signos *movables* o *movibles* a los que implican cambio de estación (Aries, Cáncer, Libra, Capricornio), llamados *trópicos* o *cardinales* por la tradición ptolemaica: conviene señalar aquí que el pseudo-Villena omite Aries, mientras que Llull añade Scorpio al que olvida, en cambio, al tratar de los signos fijos. Tauro, Leo, Scorpio y Acuario, en cambio, son signos *fixus*, *ficats* o *fixos* ya que no implican cambio de estación (Ptolomeo los denomina *sólidos*). Finalmente, Géminis, Virgo, Sagitario y Piscis son *comuns* o *comunes* porque se encuentran entre el final de una estación y el principio de otra: en la terminología ptolemaica reciben el nombre de *bicorpóreos* o *bifaces*.

La referencia anterior carece, desde luego, de fuerza probativa dado que no disponemos de un número suficiente de estudios sobre el léxico astronómico hispánico medieval, latino, castellano o catalán. Pero constituye un dato más que puede añadirse a otros. De esta manera puede señalarse que la relación existente entre las cuatro esferas elementales es la de una progresiva den-

sificación a medida que se descende hacia la tierra (PRING-MILL, 1957, p. 331):

“Quia ignis plus habet de virtute quam aer, sibi competit plus habere de forma et minus de materia quam aer, et idem de aere secundum compositionem aque et idem de aqua et terra, propter quod oportet quod olim sit corpus expansum et coniunctum, et sic de a.b. Oportet etiam secundum ordinem naturalem quod c. plus habeat de spissitudine quam b., et b. quam a., ut d. contineri possit per c., et c. per b., et b. per a.” (MILLÁS, 1953, p. 68).

La misma noción se encuentra desarrollada en el *Tratado* atribuido a Enrique de Villena (CÁTEDRA-SAMSO, 1983, p. 114) aunque aparece aquí acompañada de unas curiosas referencias al número diez a cuya relación con Llull me referiré a continuación:

“la tierra lleva nonbre de tierra porque tiene más grados de tierra, es a saber diez grados de espeso más que’ell agua, e el agua es más rala que la tierra diez grados, e el ayre es más ralo que el agua diez grados, e el fuego es diez grados más que el ayre ralo”.

Tampoco podemos aquí sacar conclusiones dado que, en último término, tanto Llull como el pseudo-Villena están desarrollando una idea aristotélica (*Meteorologica* 1,3 y 11,2) que ordena los elementos en el cosmos en función de su peso: el fuego, que es el elemento más liviano, ocupa la capa más alta y le siguen, sucesivamente, el aire, el agua y la tierra. Más característico de Llull es, en cambio, la noción de cualidades propias y apropiadas de cada elemento y la identificación que nuestro autor lleva a cabo, en sus obras de divulgación, entre la tierra y la sequedad, el aire y la humedad, el fuego y el calor, el agua y la frialdad: cf. por ejemplo el *Libro de Maravelles* IV,19 (ed. GALLMÉS, 1932, II, p. 10). Un lector de Llull como el célebre médico catalán Antoni Ricart (m. 1422) ya llama la atención sobre esta identificación que considera característicamente luliana (DUREAU-LAPEYSSONNIE, 1966, pp. 223-224). Asimismo, en la línea de los ensayos realizados por la farmacología europea a partir del siglo XIII para estudiar el problema de los grados de los medicamentos (McVAUGH, 1975), Llull desarrolla un sistema, en virtud del cual, un simple cálido en cuarto grado tendrá 4 grados de calor (o de fuego), 3 de sequedad (o de tierra) ya que la sequedad es la cualidad apropiada del fuego, 2 de humedad ya que se opone a la cualidad apropiada y no a la propia del fuego, y 1 de frialdad que es la cualidad que más se opone a la propia naturaleza del fuego. Alusiones específicas a este esquema las encontramos, por ejemplo, en la *Nova Geometria* (Millás, 1953, pp. 69 y 71; PRING-MILL, 1957, pp. 133-135), en el *Liber Chaos* (ed. Mainz, 1722, III, 265) y en el *Liber Principiorum Philosophiae* (ed. Mainz, 1721, I, 680). Este mismo esquema se aplica a un simple húmedo, frío o seco también en cuarto grado y podemos esque-

matizarlo de la manera siguiente, siguiendo el *Liber Principiorum Medicinae* (ed. Mainz, 1721, I, 768-769):

	Calor = Fuego	Sequedad =	Humedad =	Frialdad =
		= Tierra	= Aire	= Agua
4º Humedad	3º	1º	4º	2º
4º Frialdad	1º	2º	3º	4º
4º Sequedad	2º	4º	1º	3º
4º Calor	4º	3º	2º	1º

Obviamente este esquema resulta, asimismo, aplicable a los cuatro elementos ya que el fuego es siempre cálido en 4º grado, la tierra seca en 4º grado, el aire húmedo en 4º grado y el agua fría en 4º grado. En apoyo de esta afirmación me limito a citar un breve pasaje de la *Nova Geometria* (MILLÁS, 1953, p. 73):

“unde cum elementa sint IIII et quodlibet elementum habeat IIII species graduum in elementatis sicut ignis qui est in pipere gradatus in quarto gradu caloris...”.

Hemos obtenido, pues, un esquema aplicable a los cuatro elementos que casi constituye un cuadrado mágico ya que si sumamos las cifras en sentido horizontal o vertical (no en diagonal) obtendremos siempre $1 + 2 + 3 + 4 = 10$.

Ahora bien las dos características que he considerado lulianas, a saber, la identificación de un elemento con su cualidad propia y el esquema 1, 2, 3, 4, aparecen claramente, aunque con algún error, en el pasaje siguiente del *Tratado de Astrología* del pseudo-Villena (CÁTEDRA-SAMSÓ, 1983, p. 112):

“Et para esto bien saber, avedes de notar que cada qual destos helementos conpuestos ha diez grados de conposiçión: la tierra tiene quatro grados de sequedat, que es su essencia, e tres de frialdat, que son agua, e dos de humedat, que son ayre, et uno de calentura, que es fuego. Esso mesmo agua, helemento conpuesto, tiene quatro grados de frialdat, que su essencia est, e tres de humedat, que es ayre, e dos de sequedat, que es tierra, et uno de calentura, que es fuego. Otrosí, el ayre tiene quatro grados de humedat, que es su substancia, e tres de fuego e dos de agua, e uno de tierra. Esso mesmo el fuego tiene quatro grados de calentura, que es su essencia, tres grados de tierra e dos grados de ayre e uno de agua. Todo esto dize Alano e Alberto Magno e el comentator Even Ruiz”.

El pseudo-Villena no cita, pues, a Llull sino a otras fuentes que poco tienen que ver con sus afirmaciones, al menos en lo que respecta a Alano y Alberto Magno, según señala Pedro Cátedra en su nota a la edición de este pasaje. Cátedra indica, no obstante que la progresión aritmética 1, 2, 3, 4 sí se en-

cuentra en Averroes (Even Ruiz). Ahora bien, dejando de lado el hecho de que parece que el uso de la progresión aritmética 1, 2, 3, 4 fue atribuida, un tanto abusivamente, por Arnau de Vilanova y la tradición posterior a Averroes (McVAUGH, 1975, pp. 69-70), está claro que ni Llull ni el pseudo-Villena se refieren al mismo problema que Arnau: en el caso de este último se trataría de la cuestión suscitada por al-Kindi sobre la relación que existe entre la graduación de un medicamento y el efecto que produce en el paciente. Nada tiene esto que ver con los planteamientos de Llull y el seudo-Villena que, como hemos visto, son idénticos.

Señalemos, por último, con muchísimas dudas, que existe otro posible paralelismo entre Llull y el seudo-Villena. Este último utiliza el número 10 ($= 1 + 2 + 3 + 4$) para establecer una progresión geométrica que presida el tamaño del Universo. Así si el radio de la esfera de la tierra es r , el de la esfera del agua será $10 r$, el de la esfera del aire $10^2 r$, el de la esfera del fuego $10^3 r$ y así sucesivamente hasta llegar al radio de la esfera de las estrellas fijas que sería de $10^{11} r$ (CÁTEDRA-SAMSÓ, 1983, p. 33). Es posible que en la *Nova Geometria* se aluda a un procedimiento similar para calcular el tamaño del Universo (MILLÁS, 1953, pp. 75-76) aunque en este último caso no se utiliza, evidentemente, una progresión geométrica de base 10.

6. Conclusiones

Creo que las páginas interiores pueden resultar de mayor interés para los estudiosos del lulismo que para los historiadores de la astronomía. No resultará nuevo para nadie el decir que Llull no aporta gran cosa a la astronomía de su tiempo y que sus conocimientos sobre la materia no estaban a la altura de su época. Pese a ello, algunas de sus ideas derivan claramente de la cultura astronómica que le rodeaba y su método, basado en la *devictio*, para interpretar un horóscopo pretende resolver un problema real al que también se había aproximado el rey Alfonso con el *Libro de las Cruces*. En este sentido Llull es representativo y tiene un indudable interés para la historia de la astrología. En este trabajo he intentado realizar una valoración del *Tractat*, desde este punto de vista, así como sugerir posibles interpretaciones de algún pasaje de la *Nova Geometria*. Por otra parte he tratado también de señalar la posible influencia del pensamiento de Llull sobre el *Tratado* del seudo-Villena, una obra escrita en la primera mitad del siglo XV. Es posible que las ideas de Llull se hubiera difundido, en los medios propiamente científicos del siglo XV, más de lo que habitualmente se cree. Antoni Ricart no tiene por qué ser un caso excepcional.

Nota de agradecimiento: no hubiera podido escribir este artículo sin la ayuda de Lola Badia, lo cual no implica el que ella comparta todas las ideas expuestas aquí. Ha tenido la paciencia de guiar a un principiante que daba sus primeros pasos a través de la obra de Llull. Quede aquí constancia de toda mi gratitud.

JULIO SAMSÓ
(Universidad de Barcelona)

BIBLIOGRAFIA CITADA

- BONNER, 1983: Anthony Bonner, *Ramon Llull i la ciència de l'astronomia*. "Estudis Balearics" 3 (1983), 7-18.
- BOUCHÉ-LECLERCQ, 1899: A. Bouché-Leclercq, *L'Astrologie Grecque*. París, 1899 (reimpr. Bruxelles, 1963).
- CÁTEDRA-SAMSÓ, 1983: Pedro M. Cátedra y Julio Samsó, *Tratado de Astrología atribuido a Enrique de Villena*. Barcelona, 1983.
- COLOMER, 1979: Eusebi Colomer i Pous, *De Ramón Llull a la moderna informàtica*. "Estudios Lulianos" 23 (1979), 113-135.
- DREYER, 1953: J.L.E. Dreyer, *A History of Astronomy from Thales to Kepler*. New York, 1953.
- DUREAU-LAPEYSSONNIE, 1966: Jeanne-Marie Dureau-Lapeyssonnie, *L'oeuvre d'Antoine Ricart médecin catalan du XV^e siècle. Contribution à l'étude des tentatives médiévales pour appliquer les mathématiques à la médecine*. En "Médecine Humaine et Vétérinaire à la fin du Moyen Âge" ed. por Guy Beaujouan. Genève-París, 1966. Págs. 169-364.
- GALMÉS, 1932: Salvador Galmés (ed.), *Ramón Llull, Libre de Meravelles*. Barcelona, 1932.

- GAYÀ-BADIA, 1981: Jordi Gayà (amb la col.laboració de Lola Badia) (ed.), Ramón Llull, *Tractat d'Astronomia (segons el ms. Add. 16.434 del British Museum)*. "Textos y Estudios sobre Astronomía Española en el siglo XIII" editados por Juan Vernet. Barcelona, 1981. Págs. 205-323.
- GOLDSTEIN, 1967: Bernard R. Goldstein, *The Arabic Version of Ptolemy's Planetary Hypotheses*. "Transactions of the American Philosophical Society". N.S. 57 (1967), 55 págs.
- GOLDSTEIN, 1977: Bernard R. Goldstein, *Remarks on Ptolemy's Equant Model in Islamic Astronomy*. "Prismata. Naturwissenschaftsgeschichtliche Studien. Festschrift für Willy Hartner". Herausgegeben von Y. Maeyama und W.G. Saltzer. Wiesbaden, 1977. Págs. 165-181.
- GOLDSTEIN-SWERDLOW, 1970: Bernard R. Goldstein y Noel Swerdlow, *Planetary Distances and Sizes in an Anonymous Arabic Treatise Preserved in Bodleian Ms. Marsh 621*. "Centaurus" 15 (1970), 135-170.
- HARTNER, 1968: Willy Hartner, *Mediaeval Views on Cosmic Dimensions and Ptolemy's Kitāb al-Manshūrāt*. "Oriens-Occidens". Hildesheim, 1968. Págs. 319-348.
- HILTY, 1954: Gerold Hilty (ed.), Aly Aben Ragel, *El libro conplido en los iudizios de las estrellas. Traducción hecha en la corte de Alfonso el Sabio*. Madrid, 1954.
- KASTEN-KIDDLE, 1961: Lloyd A. Kasten y Lawrence B. Kiddle (eds.), Alfonso el Sabio, *Libro de las Cruces*. Madrid-Madison, 1961.
- MARTÍNEZ GÁZQUEZ-SAMSÓ, 1982: José Martínez Gázquez y Julio Samsó, *Astronomía en un tratado de cómputo del siglo XIII*. "Faventia" 4 (1982), 45-65.
- McVAUGH, 1975: Michael R. McVaugh, *Arnaldi de Villanova Opera Medica Omnia. II. Aphorismi de Gradibus*. Granada-Barcelona, 1975.
- MILLÁS, 1932: José M^a Millás Vallicrosa, *La introducción del cuadrante con cursor en Europa*. "Isis" 17 (1932), 218-258. Reed. en "Estudios sobre historia de la ciencia española". Barcelona, 1949. Págs. 65-110.
- MILLÁS, 1953: José M^a Millás Vallicrosa, *El libro de la "Nova Geometria" de Ramón Llull*. Barcelona, 1953.
- MILLÁS, 1960: José M^a Millás Vallicrosa, *Medición de alturas en tiempo de don Enrique de Villena*. "Nuevos estudios sobre historia de la ciencia española". (Barcelona, 1960), pp. 287-298.
- MILLÁS, 1962: José M^a Millás Vallicrosa, *El "Tractatus Novus de Astronomia" de Ramón Llull*. "Estudios Lulianos" 6 (1962), 257-273.
- MONREAL, 1971: L. Monreal y Tejada, *Ingeniería militar en las crónicas catalanas*. Discurso de ingreso en la Real Academia de Buenas Letras de Barcelona. Barcelona, 1971.
- MUÑOZ, 1981: Rafael Muñoz, *Textos árabes del "Libro de las Cruces" de Alfonso X*. "Textos y Estudios sobre Astronomía Española en el siglo XIII". Barcelona, 1981. Págs. 177-204.

- PEREIRA, 1973: Michela Pereira, *Sulle opere scientifiche di Raimondo Lullo: I. La Nuova Astronomia*. "Physis" 15 (1973), 40-48.
- PEREIRA, 1976: Michela Pereira, *Ricerche intorno al Tractatus novus de Astronomia di Raimondo Lullo*. "Medioevo (Rivista di Storia della Filosofia Medievale)" 2 (1976), 169-226.
- PINGREE, 1968: David Pingree, *The Fragments of the Works of Yaḥyā ibn Tāriq*. "Journal of Near Eastern Studies" 27 (1968), 97-125.
- POCH, 1980: M^a Dolores Poch, *El concepto de quemazón en el Libro de las Cruces*. "Awraq" 3 (1980), 68-74.
- PRING-MILL, 1957: R.D.F. Pring-Mill, *El número primitivo de las dignidades en el "Arte General"*. "Estudios Lulianos" 1 (1957), 310-334 y 2 (1958), 129-156.
- SAMSÓ, 1979: Julio Samsó, *The Early Development of Astrology in al-Andalus*. "Journal for the History of Arabic Science" 3 (1979), 228-243.
- SAMSÓ, 1980: Alfonso X y los orígenes de la astrología hispánica. "Estudios sobre Historia de la Ciencia Árabe" editados por Juan Vernet. Barcelona, 1980. Págs. 83-114.
- SAMSÓ-CASANOVAS, 1975: Julio Samsó y Juan Casanovas, *Cosmografía, Astrología y Calendario*. En "El Atlas Catalán de Cresques Abraham". Barcelona, 1975. Págs. 23-36.
- SCHIB, 1972: Gret Schib (ed.), Ramon Llull, *Doctrina Pueril*. Barcelona, 1972.
- VERNET, 1951-52: Juan Vernet, *Los conocimientos astronómicos de Ramón Llull*. "Boletín de la Real Academia de Buenas Letras de Barcelona" 24 (1951-52), 185-199. Reimpr. en "Estudios sobre Historia de la Ciencia Medieval" (Barcelona-Bellaterra, 1979), 309-323.
- VERNET, 1956: Juan Vernet, *Las "Tabulae Probatae"*. "Homenaje a Millás Vallicrosa" II (Barcelona, 1956), 501-522. Reimpr. en "Estudios sobre Historia de la Ciencia Medieval" (Barcelona-Bellaterra, 1979), 191-212.
- VERNET, 1971: Juan Vernet, *Tradición e innovación en la ciencia medieval*. "Oriente e Occidente nel Medioevo: Filosofia e Scienze". Roma, 1971.- Págs. 741-757. Reimpr. en "Estudios sobre Historia de la Ciencia Medieval" (Barcelona-Bellaterra, 1979), 173-189.
- VERNET, 1978: Juan Vernet, *La navegación en la Alta Edad Media*. "Settimane di studi del Centro italiano di studi sull' alto medioevo" (Spoleto) 25 (1978), 323-388. Reimpr. en "Estudios sobre Historia de la Ciencia Medieval" (Barcelona-Bellaterra, 1979), 383-448.
- VERNET, 1979: Juan Vernet, *El mundo cultural de la Corona de Aragón con Jaime I*. "X Congreso de Historia de la Corona de Aragón" (Zaragoza, 1979), 269-292. Reimpr. en "Estudios sobre Historia de la Ciencia Medieval" (Barcelona-Bellaterra, 1979), 71-94.

- WRIGHT, 1934: R. Ramsay Wright, *The Book of Instruction in the Elements of the Art of Astrology by al-Biruni*. London, 1934.
- YATES, 1954: Frances A. Yates, *The Art of Ramon Lull. An approach to it through Lull's theory of elements*. "Journal of the Warburg and Courtauld Institutes" 17 (1954), 115-173.